



**ЗРГИМ**

**XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '19**

**01 ÷ 03. 11. 2019 година  
Струмица**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

Зборник на трудови:  
**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА  
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

Главен и одговорен уредник:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

За издавачот:

**м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

Изработка на насловна страна:

**Доц. д-р Ванчо Аџиски**

Печатница:

**“2–ри Август”, Штип**

Година:

**2019**

Тираж:

**200** примероци

CIP - Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'19 (12; 2019; Струмица)  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / XII-то  
стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'19, 01-03.11.2019 година, Струмица;  
[главен и одговорен уредник Стојанче Мијалковски]. - Скопје:  
Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2019.-223 стр.: илустр.; 30 см

Библиографија кон трудовите  
ISBN 978-608-65530-5-0

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири  
COBISS.MK-ID 111373322

***Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографиран без дозвола на авторите и издавачот.***



## ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)



## КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” - ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

## НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Дејан Миравовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Блажо Боев**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Војо Мирчовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Доц. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Северна Македонија;  
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;  
Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

## **ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:**

### **Претседател:**

**Олег Телној**, Рудник “САСА”, М. Каменица.

### **Потпретседатели:**

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
м-р **Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
**Митко Крмзов**, ЕКСПЛОТЕЦ МАЦ ДООЕЛ, Радовиш.

### **Генерален секретар:**

м-р **Горан Сарафимов**, ЕКСПЛОТЕЦ МАЦ ДООЕЛ, Радовиш.

## **ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:**

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Блажо Боев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Тодор Серафимовски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Војо Мирчовски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Виолета Стефанова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Виолета Стојанова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Тена Шијакова Иванова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Гоше Петров**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Соња Лепиткова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Ристе Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Горан Тасев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Марјан Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Ѓорѓи Димов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Благица Донева**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Иван Боев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Радмила Каранаква Стефанова**, УГД, ФПТН, Штип;  
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;  
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;  
м-р **Драги Пелтечки**, “Рудплан” ДООЕЛ, Струмица;

м-р **Страше Маневски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Сашо Јовчевски**, Dekra Arbeit, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница “Усје”, Скопје;  
м-р **Игор Стојчески**, Мермерен комбинат, Прилеп;  
м-р **Дејан Ивановски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
м-р **Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;  
м-р **Дејан Петров**, Геотехника, Штип;  
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;  
**Мице Тркалески**, Мермерен комбинат, Прилеп;  
**Зоран Костоски**, Мармобианко, Прилеп;  
**Шериф Алиу**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Филип Петровски**, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;  
**Антонио Антевски**, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;  
**Димитар Стефановски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Дарко Начковски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Чедо Ристовски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
**Емил Јорданов**, ГД “Гранит” АД, Скопје;  
**Борче Ѓоршевски**, “Марковски Компани”, Битола;  
**Миле Милошески**, АД ЕЛЕМ, РЕК Осломеј, Кичево;  
**Миланчо Дамески**, МИСА-МГ, Скопје;  
**Сашко Дамески** МИСА-МГ, Скопје;  
**Лазар Пончев**, Машинокоп, Кавадарци;  
**Игор Трајанов**, Рудник за бакар “Боров Дол”, Радовиш;  
**Илија Лозановски**, Теиком тим, Битола;  
**Иван Ќупев**, Мобилман, Скопје;  
**Виктор Шотаровски**, Метсо Минералс, Скопје;  
**Љупчо Трајковски**, ЗРГИМ, Кавадарци.

**XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
**“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**  
**НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”**  
**- со меѓународно учество –**

---

**01 Ноември 2019**, Струмица  
Република Северна Македонија

**ОРГАНИЗАТОР:**

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

**КООРГАНИЗАТОР:**

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)



**ЗРГИМ**

## **XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '19**

**Струмица**

**01 ÷ 03. 11. 2019 год.**

## **ПРЕДГОВОР**

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните единаесет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 год.) учествуваа повеќе автори од 12 држави, кои презентираа 312 стручни трудови.

За ова дванаесетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '19) пријавени се 25 труда, на автори од 2 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



**AMGEM**

## **XII EXPERT CONFERENCE THEMED:**

**“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”**

# **PODEKS - POVEKS '19**

**Strumica**

**01 ÷ 03. 11. 2019.**

## **FOREWORD**

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 12 countries participated in the previous eleven conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 and 2018) presenting 312 expert papers.

Twenty-five authors from 2 countries have registered their expert papers for the XII<sup>th</sup> conference (PODEKS - POVEKS '19).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

**The Editors**





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## **XII СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '19**

Струмица  
01 ÷ 03. 11. 2019 год.

## **СОДРЖИНА**

<b>ПРИМЕНА НА ТЕЛЕСКОПСКИ ЛАФЕТ ВО РУДНИКОТ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “САСА” * Дејан Ивановски, Стојанче Мијалковски, Борче Гоцевски, Стојне Стоиловски.....</b>	<b>1</b>
<b>МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ЕВАЛУАЦИЈА НА ВРЕМЕТО ЗА ЕВАКУАЦИЈА ВО СЛУЧАЈ НА ПОЖАР ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Далибор Серафимовски, Стојанче Мијалковски.....</b>	<b>12</b>
<b>ПРИМЕНА НА МАШИНКА „CAN-BLAST“ ЗА МАШИНСКО ПОЛНЕЊЕ НА МИНСКИ ДУПЧОТИНИ СО ПАТРОНИРАНИ ЕКСПЛОЗИВИ * Ристо Дамбов, Дејан Ивановски, Илија Дамбов.....</b>	<b>22</b>
<b>МОДЕЛСКИ ИСПИТУВАЊА ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева.....</b>	<b>33</b>
<b>ПРОЦЕНКА НА ОДРЖЛИВОСТ НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски.....</b>	<b>43</b>
<b>ОПШТИ ТЕОРИСКИ ПОСТАВКИ ОКОЛУ ПОТРЕБАТА И ТЕХНОЛОГИЈАТА НА ГЕОЛОШКО СКЛАДИРАЊЕ НА ГАСОТ CO<sub>2</sub> ВО СООДВЕТНИ ЛИТОЛОШКИ ФОРМАЦИИ * Силвана Пешовска, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски .....</b>	<b>53</b>
<b>УРИВАЊЕ СО МИНИРАЊЕ, НА ПОСТОЕЧКИ АРМИСКИ ФОРТИФИКАЦИСКИ ОБЈЕКТ (БУНКЕР) ОД ТРАСАТА НА ЕКСПРЕСНИОТ ПАТ ШТИП - РАДОВИШ * Миле Стефанов, Сашо Андреев, Блаже Митев.....</b>	<b>64</b>

<b>ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ДУПЧАЧКО-МИНЕРСКИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ТРАСАТА НА АВТОПАТОТ КИЧЕВО-ОХРИД ВО ЗОНАТА НА ИЗВОРОТ НА РЕКА ТРЕСКА</b> * Александар Пановски, Блажо Митев, Миле Стефанов, Мирослав Влачо, Александар Велков, Драги Дојчиновски, Игор Ѓоргиев.....	72
<b>КОМПАРАТИВНО ТЕХНО-ЕКОНОМСКА АНАЛИЗА ПРИ КРОЕЊЕ НА МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ</b> * Ристо Дамбов, Радмила Каранакова Стефановска, Игор Стојчески.....	83
<b>ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНИ МАШИНИ ЗА ДОРАБОТКА И ДОБИВАЊЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНИ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ</b> * Николче Р`жаникоски, Игор Стојчески, Љупче Петрески.....	93
<b>КОМПАРАЦИЈА НА РЕЗУЛТАТИ ДОБИЕНИ ОД СИТОВА АНАЛИЗА И ЛАСЕРЕН ДИФРАКЦИОНЕН ГРАНУЛОМЕТАР</b> * Афродита Зенделска, Мирјана Голомеова, Благој Голомеов.....	101
<b>ПРЕПОЗНАВАЊЕ ОПАСНОСТИ И УПРАВУВАЊЕ СО РИЗИК</b> * Анкица Илијева Стошиќ.....	109
<b>ПРОЦЕНКА НА РИЗИК НА РАБОТНО МЕСТО – ГЕОФИЗИЧАР ПРИ ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ</b> * Марјан Делипетрев, Благоица Донева, Ѓорги Димов, Зоран Панов, Радмила Каранакова Стефановска, Роберт Филиповски.....	119
<b>MANAGING OF MINING INDUSTRY IN KOSOVO – INSTITUTIONAL AND LEGAL FRAMEWORK</b> * Kemajl Zeqiri, Musa Shabani, Avdi Konjuhi.....	124
<b>ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОЗДУХОТ СО ПРАШИНА ВО ГРАДОТ КАВАДАРЦИ. ОДРЕДУВАЊЕ НА ФАЗНАТА ЗАСТАПЕНОСТ СО ПРИМЕНА НА СКАНИНГ ЕЛЕКТРОНСКА МИКРОСКОПИЈА (СЕМ) И ЕНЕРГЕТСКА ДИСПЕРЗИВНА СПЕКТРОСКОПИЈА (ЕДС)</b> * Иван Боев...	128
<b>ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГЛИНАТА ОД НАОЃАЛИШТЕТО „ГРАДЕЦ” – ВИНИЦА И НЕЈЗИНА ПРИМЕНА</b> * Ѓорги Димов, Благоица Донева, Војо Мирчовски, Марјан Делипетрев.....	143
<b>МЕТОДИ НА ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА МЕРМЕРИЗИРАН ВАРОВНИК</b> * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски.....	151
<b>ГЕОЕЛЕКТРИЧНИ МЕТОДИ ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИ ВОДИ</b> * Благоица Донева, Ѓорги Димов, Марјан Делипетрев.....	161
<b>ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛАТКИТЕ КОИ СЕ КОРИСТЕНИ ПРИ ЕКСПЛОТАЦИЈАТА НА МЕРМЕРИТЕ ЗА ВРЕМЕ НА РИМСКИОТ ПЕРИОД НА ПРОСТОРОТ НА ПРИЛЕП, РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА</b> * Иван Боев, Блажо Боев.....	169

<b>ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ВО АСАНЛИСКО ПОЛЕ ВО БЛИЗИНА НА ДОЈРАНСКОТО ЕЗЕРО</b> * Војо Мирчевски, Стојан Михајловски, Виолета Стефанова, Ѓорѓи Димов.....	178
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОЛИГОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО КОЧАНСКАТА КОТЛИНА, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА</b> * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Виолета Стефанова.....	189
<b>СЕИЗМИЧНОСТ НА ПЕЛАГОНИСКИ ХОРСТ — АНТИКЛИНОРИУМ ЗА ПЕРИОДОТ ОД 1970-2018</b> * Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних — Анастасовска.....	196
<b>ПРОМЕНИ ВО ПРИРОДНАТА ОКОЛИНА ПРЕДИЗВИКАНИ ОД ЗЕМЈОТРЕС</b> * Катерина Дрогрешка, Јасмина Најдовска, Драгана Черних—Анастасовска.....	206
<b>ПРОБНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА ПРИ ГЕОЛОШКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА НАОЃАЛИШТА НА АРХИТЕКТИНСКО ГРАДЕЖЕН КАМЕН</b> * Орце Спасовски.....	216
<b>ЕВРОПСКИ ПРЕДИЗВИЦИ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ НА МИЛТА/ТИЊАТА ОД ИНДУСТРИСКИ ПРОЦЕСИ И ЗАШТИТА НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА</b> * Соња Лепиткова, Влатко Трпески.....	224



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**XII<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '19**

Струмица  
01 – 03. 11. 2019 год.

## **МОДЕЛСКИ ИСПИТУВАЊА ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА**

**Стојанче Мијалковски<sup>1</sup>, Зоран Десподов<sup>1</sup>, Дејан Миравовски<sup>1</sup>,  
Ванчо Аџиски<sup>1</sup>, Николинка Донева<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Универзитет „Гоце Делчев“, Факултет за природни и технички науки,  
Штип, Р. Северна Македонија*

**Апстракт:** Коефициентите за искористување и осиромашување на рудата се многу важни параметри кај сите рударски откопни методи, а посебно се значајни кај подетажната откопна метода со зарушување на рудата. Кај оваа рударска откопна метода постои обратнопропорционална зависност помеѓу искористувањето и осиромашувањето на рудата, односно со зголемување на едниот коефициент се зголемува и другиот, како и обратно.

Во овој труд ќе бидат презентирани начините на кои можат да се одредат најважните параметри кои имаат влијание врз коефициентот за искористување и осиромашување на рудата, кај подетажната откопна метода со зарушување на рудата, со примена на моделски испитувања.

**Клучни зборови:** руда, искористување, осиромашување, подетажна откопна метода, подземна експлоатација, моделирање.

## **MODELS RESEARCH FOR DETERMINING ON ORE RECOVERY AND ORE DILUTION**

**Stojance Mijalkovski<sup>1</sup>, Zoran Despodov<sup>1</sup>, Dejan Mirakovski<sup>1</sup>,  
Vancho Adjiski<sup>1</sup>, Nikolinka Doneva<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences, Stip,  
R. of North Macedonia*

**Abstract:** The coefficients of ore recovery and ore dilution are very important parameters for all mining exploitation methods, and are especially important in the sublevel caving mining method. In this exploitation method, there is an inverse proportion between the coefficients of ore recovery and ore dilution, that is, by increasing one coefficient, the other increases, and vice versa.

In this paper will be presented the methods in which the most important parameters that influence the coefficient of ore recovery and ore dilution can be determined, in the sublevel caving mining method, by applying models research.

**Key words:** ore, ore recovery, ore dilution, sublevel caving mining method, underground exploitation, modeling.

## 1. ВОВЕД

Се поголемиот економски раст на поразвиените држави ја зголемува побарувачката за метални, неметални и енергетски минерални сировини, каде како последица на тоа доаѓа до намалување на рудните резерви на корисните минерални сировини во светот. Имајќи во предвид дека рудните резерви не се обновливи, потребно е постојано да се стремиме кон што порационално искористување при нивната експлоатација [3].

Подземната експлоатација на минералните сировини во блиска и подалечна иднина, ќе биде се поактуелна и ќе се остварува во се поотежнати услови за експлоатација, бидејќи доаѓа до постојано опаѓање на содржината на металите во рудата, поместување на експлоатационите работи на се поголеми длабочини и зголемување на инвестиционите и производните трошоци. За да може да се одвива економична експлоатација и во така влошените и отежнати услови, неопходно е да се решат редица техничко – технолошки проблеми. Еден од проблемите на кој му се придава најголемо значење е технологијата на откопување, а потоа и преработката на рудата [10, 11].

При експлоатација на минералните сировини многу е важно да се постигне што поголемо искористување на корисните компоненти, а притоа да има што помало осиромашување на истите. Големината на овие параметри зависи од повеќе фактори, како што се: видот на наоѓалиштето, неговата моќност и регуларноста на простирање по правецот на протегање и падот, карактерот на контактот со придружните карпи и видот на применетата метода за откопување [5].

Во овој труд се разгледани моделските испитувања кои се применуваат за оптимизирање на искористувањето и осиромашувањето на рудата, кои параметри најмногу се јавуваат кај методата на откопување со зарушување на рудата. Успешната примена на методата за подетажно зарушување во најголема мера зависи од правилниот избор на основните параметри на методата за откопување, од кои што најзначајни се: висината помеѓу подетажите, растојанието помеѓу подетажните ходници на една подетажа, моќноста на појасот за минирање, аголот на наклон на појасот за минирање, аголот на наклон на крајните дупкотини во “лепезата”, ширината и висината на подетажниот ходник и др. [4].

## 2. ОПШТО ЗА МОДЕЛИРАЊЕТО

Моделирањето може да се дефинира како процес за примена на основните познавања и искуства за симулирање или опис на еден реален систем, преку кој ќе се реализираат одредени цели. Моделите можат да бидат профитабилни и ефикасни алатки секаде каде е можно да се применат за да се работи со реални системи отколку со вистински, а тоа е најчесто кога станува збор за комплексни системи. Моделирањето долго време била составна компонента на организираните, синтетизирани и рационализирани набљудувања и мерења на реалните системи, како во разбирањето на нивните причинители, исто така и во ефектите од нив.

Во поширока смисла на зборот, целите и задачите на моделирањето можат да бидат двојни: истражувачко и управувачко - ориентирани. Специфичните цели на моделирањето можат да го објаснат системот, да го анализираат неговото однесување, да го менаџираат, да раководат или да го контролираат системот за да се постигнат посакуваните резултати, понатаму да креираат методи за

подобрување или модифицирање на системот, да ги тестираат хипотезите за системот или да го предвидат неговиот исход при различни услови. Практикантите, предавачите, истражувачите и регулаторите од сите професии од бизнис секторите до менаџментот, од инженерството до науката, употребуваат најразлични модели кои се соодветни за нивните професии.

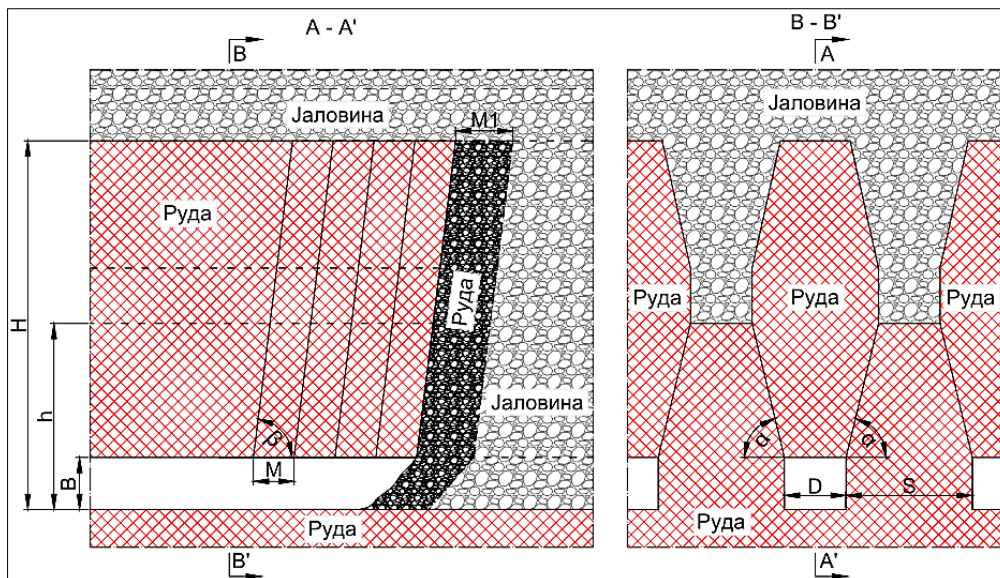
Моделите, коишто се добиени како резултат на пробите при моделирањето, можат да се разгледуваат како логични и рационални прикази на системот. Моделот којшто претставува приказ и работна хипотеза на покомплексен систем, содржи адекватни информации, но помалку од системот којшто го прикажува, бидејќи истиот треба да ги прикажува карактеристиките на системот, кој има одредено значење и е важен за намерата. Во продолжение се дадени неколку примери за прикажување на системот, како што се: вербални (на пр. усмен опис на големина, боја итн.), фигуративни (на пр. електрични мрежни кола), шематски (на пр. процесни или погонски планови/шеми/распореда), пиктографски прикажани преку слики (на пр. тродимензионални графици), физички (на пр. мерни модели кои прикажуваат димензии), емпириски (на пр. статистички модели) или симболички (на пр. математички модели). На пример, при проучувањето на карактеристиките на автомобилот при возење, системот може да биде прикажан вербално со зборовите „меко“ и „глатко“ (возење), фигуративно со амортизациони (еластични) системи, пиктографски со графици или видеа, физички со мерни материјални модели, емпириски при мерења со инструменти или симболички со употреба на кинематичките принципи.

Најчестите пристапи во моделирањето можат да се класифицираат во три основни типови: физичко моделирање, емпириско моделирање и математичко моделирање. Третиот тип создава основа за компјутерско моделирање, што претставува тренд во последните неколку години. Наспроти големите разлики помеѓу овие три типа на модели, тие одлично се надополнуваат еден со друг. Пристапот на физичкото и на емпириското моделирање, обезбедува вредни информации за процесот на математичко моделирање.

### **3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОДРЕДУВАЊЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ КОИ ИМААТ ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА**

Ситнењето на рудата кај методите со подетажно зарушување се врши со минирање на лепезни мински дупчотини од подетажните ходници во појаси со моќност од  $1,0 \div 1,5$  m. При минирањето на лепезните мински дупчотини помал дел од одминираниот руда се спушта во ходникот, а поголемиот дел останува вклетен помеѓу челото на рудниот масив и претходно зарушената јаловина, како што е прикажано на Слика 1. На слика 1 се прикажани најважните параметри за подетажната откопна метода со зарушување на рудата, односно:  $h$  – висина на подетажите,  $H$  – висина на минираниот руда,  $M$  – моќност на појасот за минирање,  $M_1$  – моќност на минираниот руда,  $\beta$  – агол на рамнината за минирање,  $\alpha$  – агол на крајните дупчотини,  $D$  – ширина на ходникот,  $B$  – висина на ходникот,  $S$  – ширина на столбот помеѓу пречниците.

Кога се испитуваат модели во лабораториски услови се врши испитување на влијанието на основните параметри за геометријата на методата за откопување. Овие испитувања се базирани на теоријата за точење на одминираниот руда и се вршат врз физички модели на коишто, им се обезбедуваат физички сличности со испитуваните големина, а потоа и влијанието на кинетичката и динамичката сличност [2, 5, 10].



**Слика 1.** Најважни параметри кај подетажната откопна метода со зарушување

Моделите кои се користат за лабораториски испитувања се изработуваат во размери од 1:50 до 1:100, а во некои случаи можат да се изработат модели и во поголем размер, најмногу до 1:20. Во исти физички размери се подготвува рудата и јаловината со коишто се изведува моделскиот опит.

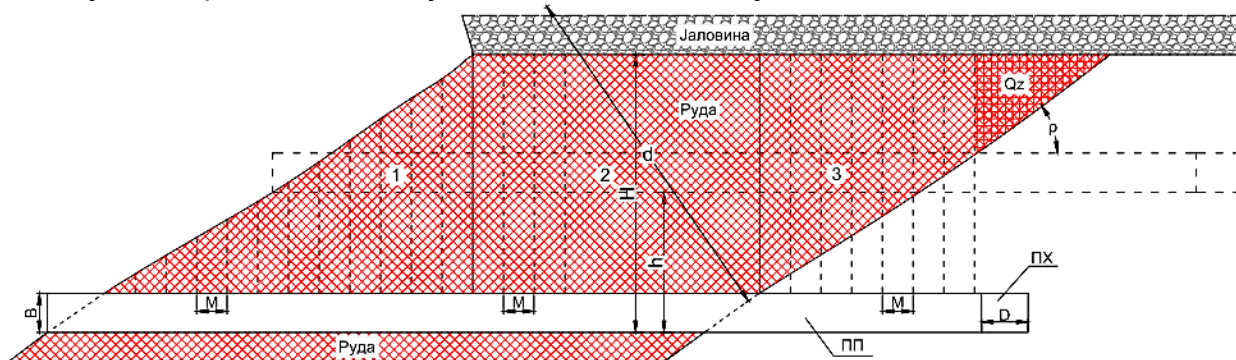
Кога се врши испитување на моделите некои од наведените основни параметри се усвојуваат како познати големини (оние параметри кои имаат помало влијание врз искористувањето и осиромашувањето на рудата), со што се намалува бројот на испитувани параметри и бројот на минимално потребни опити за добивање на бараните резултати. Примената на рударската откопна метода со подетажно зарушување, во пракса покажала дека најдобри резултати за истекување на одминираната руда се добиваат кај вертикалниот појас на одминираната руда, при што аглите на крајните дупчотини во “лепезите” се поголеми од  $70^\circ$ . Применетата опрема има влијание врз изборот на параметрите на подетажниот ходник, така што и овој параметар се усвојува дека е познат, односно дека се знае типот на товарно-транспортната машина. Посебно внимание при испитувањата е потребно да се посвети за истражување на меѓусебното влијание на основните геометриски параметри на појасот за одминирана руда: висина, ширина и моќност, на показателите за истекување - искористување и осиромашување на рудата. Поради тоа, испитувано е и влијанието врз гранулацијата на одминираната руда, широчината на испусниот отвор (широчината на подетажниот ходник), режимот на истекување и слично [7, 8].

#### **4. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ИЗВЕДУВАЊЕ НА МОДЕЛСКИ ИСПИТУВАЊА ЗА РУДНИ ТЕЛА СО БЛАГ ПАД И ПОГОЛЕМА МОЌНОСТ**

Кај подетажната метода за откопување со зарушување на рудата се врши откопување од кровината спрема подината и притоа се јавуваат три карактеристични промени на условите за откопување (Слика 2.). На слика 2 се прикажани најважните параметри за подетажната откопна метода со зарушување, односно:  $d$  – моќност на рудното тело;  $h$  – висина на подетажата;



$M$  – моќност на појасот за минирање;  $H$  – висина на минирањето;  $Q_z$  – загуби на рудата;  $\rho$  – паден агол на рудното тело;  $D$  – ширина на ходникот;  $B$  – висина на ходникот; ПХ – подетажен ходник; ПП – подетажен пречник; 1 – кровинска секција, 2 – средишна секција, 3 – подинска секција.



**Слика 2.** Редослед на откопување со приказ на основните параметри

1. Кровинска секција (1), каде секој нареден појас за минирање ( $M$ ) се разликува од претходниот, поради промена на висината за минирање од  $0 \div H$ , која зависи од падниот агол на кровината на рудното тело ( $\rho$ ), а големината на секцијата и бројот на појасите за минирање не се менуваат со промена на моќноста на рудното тело, ако аголот на рамнината за минирање ( $\beta$ ) е константна големина;

2. Средна секција (2), каде сите појаси за минирање се исти. Бројот на појасите се менува со промена на моќноста на секцијата, односно со промена на моќноста на рудното тело;

3. Подинска секција (3), каде секој нареден појас за минирање се разликува од претходниот и покрај тоа што висината на минирањето е иста, а поради присуството на подинската јаловина, чија количина во секој нареден појас е се поголема. Големината на секцијата и бројот на појасите за минирање остануваат непроменети со промената на моќноста на рудното тело, ако падниот агол на рудното тело ( $\rho$ ) е константна големина.

Наведените специфичности во секциите 1, 2 и 3 делуваат и врз начинот за одредување на просечното искористување и осиромашување на рудата и тоа:

- Во кровинската секција (1) за да се добијат просечни резултати за искористувањето и осиромашувањето на рудата, потребно е да се врши испитување од сите појаси за минирање во секцијата, потоа да се пресметаат резултатите, водејќи сметка за различните количини на руда во секој појас за минирање;

- Во средната секција (2) појасите за минирање се еднакви т.е. исти, поради тоа доволно е да се изврши испитување од три појаси за минирање и со просечните резултати за искористувањето и осиромашувањето на рудата од овие појаси за минирање ќе се добијат резултатите за целата секција;

- Во подинската секција (3) за да се добијат просечни резултати за искористувањето и осиромашувањето на рудата, потребно е да се врши испитување од сите оние појаси за минирање од кои може да се добие руда со осиромашување кое ќе биде усвоено како максимално дозволено, а потоа да се пресметаат просечните резултати, водејќи сметка за различните количини на руда во секој појас за минирање. Во појасите за минирање во кои преовладува присуството на подинската јаловина, ќе може да се добие руда само со многу големо осиромашување. Со моделските испитувања е утврдено дека во појасите за минирање во кои присуството на подинската јаловина во однос на рудата е



поголема од 60% и покрај отфрлањето на јаловината во почетокот на точењето, може да се добие руда само со осиромашување поголемо од 50%, па затоа овие појаси не се земаат во пресметките, а рудата од нив се смета за чиста загуба на руда [2, 5, 10].

Од претходно наведените констатации произлегува дека најрационално е моделските испитувања да се вршат посебно за секоја секција (1, 2 и 3) и да се пресметаат просечните искористувања и осиромашувања на рудата по секции, а потоа да се пресметаат овие резултати за комплетниот подетажен сегмент. На овој начин можат да се пресметуваат искористувањето и осиромашувањето на рудата за било која моќност на рудното тело [1, 2].

## **5. МОДЕЛСКИ ИСПИТУВАЊА ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ИСКОРИСТУВАЊЕТО И ОСИРОМАШУВАЊЕТО НА РУДАТА ВРШЕНИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА**

Во Р. Македонија моделски испитувања во лабораториски услови биле вршени при изработката на докторската дисертација под наслов *Придонес во одредувањето на параметрите за методата подетажно зарушување, со експериментални испитувања на модели од техничко економски аспект, за рудни тела со благ пад и поголема моќност, со посебен осврт на оловно цинковото лежиште “Свиња река”* од проф. Д-р Симеон Ивановски [2]. За утврдување на најповолните параметри за подетажната метода на откопување со зарушување, биле вршени експериментални испитувања на модели на сличности во лабораторијата на Рударско – геолошкиот факултет во Белград. Целта на испитувањата била, преку искористувањето и осиромашувањето на рудата да се одредат најповолните откопни параметри, односно оние параметри на откопната метода кај кои се остварува максимално искористување при минимално осиромашување на рудата при откопувањето.

Експерименталните испитувања биле вршени врз модели на сличност, каде самите испитувања биле вршени во две фази и тоа:

- Во првата фаза биле извршени експериментални испитувања во средишната секција (2) во која се регуларни сите геометриски параметри на откопната метода. Со овие испитувања биле одредени најповолните вредности за променливите параметри: појасот за минирање ( $M$ ) и аголот на рамнината за минирање ( $\beta$ ), кај сите висини на подетажата ( $h$ ), со што овие променливи параметри биле преведени во константни параметри за понатамошни испитувања;

- Во втората фаза биле извршени експериментални испитувања за кровинската и подинската секција (1 и 3), за сите висини на подетажите ( $h$ ), со константни вредности за појасот за минирање ( $M$ ) и аголот на рамнината за минирање ( $\beta$ ), одредени со испитувањата во првата фаза.

Како константни големини при изведувањето на моделските испитувања биле усвоени: широчината на подетажниот ходник ( $D = 2,8 \text{ m}$ ), висината на подетажниот ходник ( $B = 2,5 \text{ m}$ ), светлиот профил на подетажниот ходник ( $P = 7,00 \text{ m}^2$ , кој зависи од товарно-транспортната механизација која ќе се примени) и аголот на крајните дупкотини во лепезата ( $\alpha = 75^\circ$ ).

Како променливи геометриски параметри биле земени: висината на подетажата ( $h = 5,0 \text{ m}$ ;  $6,0 \text{ m}$ ;  $7,5 \text{ m}$  и  $9,0 \text{ m}$ ), моќноста на појасите за минирање ( $M = 1,2 \text{ m}$ ;  $1,5 \text{ m}$  и  $1,8 \text{ m}$  за  $h=5,0 \text{ m}$ ;  $6,0 \text{ m}$  и  $7,5 \text{ m}$ ; како и  $M = 1,5 \text{ m}$ ;  $1,8 \text{ m}$  и  $2,1 \text{ m}$  за  $h=9,0 \text{ m}$ ) и аголот на рамнината за минирање ( $\beta=75^\circ$  и  $90^\circ$ ).

Висината на подетажата ( $h$ ) била земена во граници од 5,0 m до 9,0 m, бидејќи се сметало дека во овие граници ќе се добијат најповолни резултати. Доколку висината на подетажата е помала од 5,0 m, би се зголемил обемот на подготвителните работи т.е. коефициентот на подготовка и ќе се зголемат трошоците за производство. Доколку висината на подетажата е поголема од 9,0 m, тогаш искористувањето и осиромашувањето на рудата би биле понеповолни. Моќноста на појасите за минирање ( $M$ ) била земена во граници од 1,2m до 1,8m, бидејќи се сметало дека во овие граници ќе се добијат најповолни резултати за искористувањето и осиромашувањето на рудата за усвоената висина на подетажата ( $h$ ). За поголема висина на подетажата ( $h$ ) се усвојуваат поголеми вредности за ( $M$ ), бидејќи со зголемување на висината за минирање се зголемува и моќноста на минирање ( $M$ ) за која се остваруваат оптимални резултати, а е потврдено од досегашните моделски испитувања и од практичните искуства.

Аголот на рамнината за минирање ( $\beta$ ) бил усвоен врз основа на усвоениот гранулометриски состав на рудата и јаловината. Според литературните податоци и практичните искуства, се претпоставувало дека најмногу би одговарал аголот за минирање од  $90^\circ$ , а аголот од  $75^\circ$  бил земен за да се провери наведената претпоставка и во конкретните услови.

При изборот на размерот за моделот секогаш се настојува константните и променливите параметри за откопната метода, успешно да можат да се претстават и изучуваат на моделот. За конкретниот модел бил земен размер 1:75. Надворешната конструкција на моделот била направена од пластично стакло (плексиглас) со дебелина од 5mm, каде димензии на моделот биле 30x40x55cm, доволни за да можат во моделот да се изведат сите опити за сите три секции.

За моделските испитувања како руда бил користен еквивалентен вештачки материјал со магнетни особини, за да може лесно да се издвојува рудата од јаловината при источувањето и мерењето на количините. Вештачката рудна маса била составена од: магнетен праф, челични струготини, синтетичко лепило и гипс кои биле мешани во соодветен сооднос за да се добие потребната волуменска маса.

Јаловината била составена од вистинска јаловина, која исто како и вештачката руда била издробена во челоусна дробилка и потоа просеана на сита со различни отвори. Со мешање на добиените фракции во соодветен сооднос била добиена јаловината според дадениот гранулометриски состав [2, 7].

На слика 3 се дадени функционалните зависности на  $I_r=f(O_r)$  и  $O_r=f(I_r)$ , за сите четири висини на подетажата, коишто биле добиени од извршените испитувања. Со користење на програмата Microsoft Excel, каде се исцртани функционалните зависности (Слика 3), се добиени равенките кои ги апроксимираат кривите на функциите, како и коефициентите за криволиниска корелација ( $R$ ) со помош на кои се оценува степенот на точност за апроксимацијата на кривите добиени со равенките кои се дадени во продолжение:

За  $h = 5,0 \text{ m}$ ;  $M = 1,2 \text{ m}$ ;  $\beta = 90^\circ$ ;  $\alpha = 75^\circ$

- За  $I_r=f(O_r)$ :  $I_r = -0,0094 \cdot O_r^2 + 0,9 \cdot O_r + 65,587$ ;  $R^2 = 0,9998$ ;

- За  $O_r=f(I_r)$ :  $O_r = 0,0833 \cdot I_r^2 - 11,21 \cdot I_r + 384,22$ ;  $R^2 = 0,9995$ ;

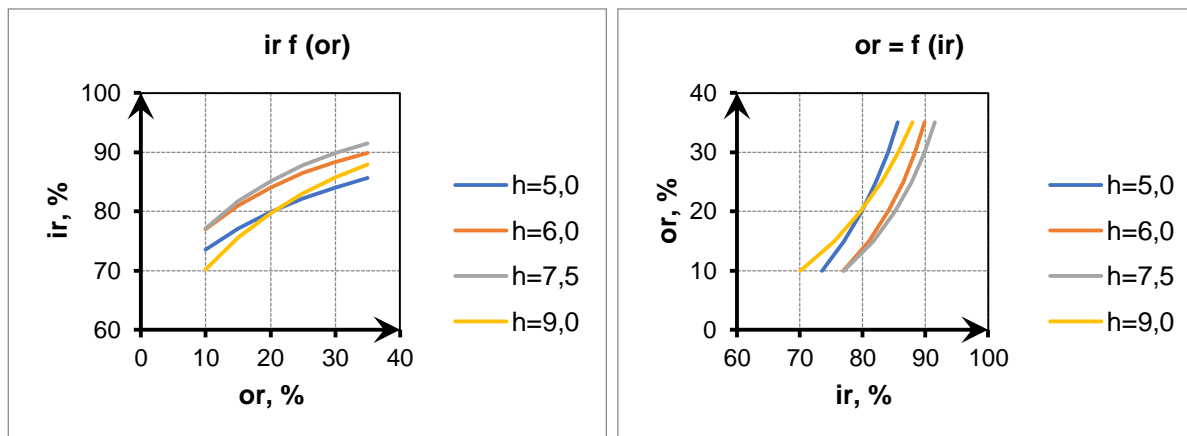
За  $h = 6,0 \text{ m}$ ;  $M = 1,5 \text{ m}$ ;  $\beta = 90^\circ$ ;  $\alpha = 75^\circ$

- За  $I_r=f(O_r)$ :  $I_r = -0,0123 \cdot O_r^2 + 1,0625 \cdot O_r + 67,664$ ;  $R^2 = 0,9995$ ;

- За  $O_r=f(I_r)$ :  $O_r = 0,0878 \cdot I_r^2 - 12,753 \cdot I_r + 471,76$ ;  $R^2 = 0,9989$ ;

За  $h = 7,5 \text{ m}$ ;  $M = 1,5 \text{ m}$ ;  $\beta = 90^\circ$ ;  $\alpha = 75^\circ$

- 3a  $I_r=f(O_r)$ :  $I_r = -0,0148 \cdot O_r^2 + 1,2333 \cdot O_r + 66,357$ ;  $R^2 = 0,9994$ ;
  - 3a  $O_r=f(I_r)$ :  $O_r = 0,0764 \cdot I_r^2 - 11,193 \cdot I_r + 418,71$ ;  $R^2 = 0,9984$ ;
- 3a  $h = 9,0$  m;  $M = 1,8$  m;  $\beta = 90^\circ$ ;  $\alpha = 75^\circ$
- 3a  $I_r=f(O_r)$ :  $I_r = -0,0157 \cdot O_r^2 + 1,4099 \cdot O_r + 57,744$ ;  $R^2 = 0,9995$ ;
  - 3a  $O_r=f(I_r)$ :  $O_r = 0,0436 \cdot I_r^2 - 5,5106 \cdot I_r + 182,04$ ;  $R^2 = 0,9993$ ;



**Слика 3.** Функционална зависност на  $I_r=f(O_r)$  и  $O_r=f(I_r)$

Високите вредности на коефициентите за криволиниска корелација укажуваат за високиот степен на точност на апроксимацијата за зависностите на  $I_r=f(O_r)$  и  $O_r=f(I_r)$  со добиените равенки. Со помош на добиените равенки може со задоволителна точност да се пресметува соодветната вредност на “ $I_r$ ” за секоја позната вредност на “ $O_r$ ” и обратно.

Пресметаните вредности за “ $I_r$ ” според претходно добиените равенки, за зададените вредности на “ $O_r$ ” се споредени со вредностите добиени од лабораториските испитувања и се забележува дека има многу мало отстапување [5, 7].

Анализирајќи ги податоците од лабораториските испитувања и дијаграмите прикажани на слика 3, може да се заклучи дека најповолни резултати за искористувањето на рудата, кај сите степени на осиромашување на рудата, се добиени за следниве откопни параметри:  $h = 7,5$  m;  $M = 1,5$  m и  $\beta = 90^\circ$  [1]. Во пракса е потврдено дека при овие параметри, може да се постигне најголемо искористување на рудата, а најмало осиромашување на рудата т.е. да се постигнат оптимални параметри за искористување и осиромашување на рудата.

## 6. ЗАКЛУЧОК

Пресметувањето на параметрите кои имаат влијание врз искористувањето и осиромашувањето на рудата може да се врши со моделски испитувања, односно со помош на лабораториски испитувања кои потоа ќе бидат потврдени со практични следења и испитувања.

Во рудничката пракса со задоволителна точност можат да се пресметаат коефициентите на искористување и осиромашување на рудата со примена на веќе постоечките равенки, каде претходно се извршени детални геодетски мерења на волуменот на откопаната и неоткопаната руда.

При лабораториски испитувања се користат модели, кај кои се испитува влијанието на основните параметри за геометријата на методата за откопување, односно параметрите на појасот на одминираниот руда. Овие испитувања се

базирани на теоријата за точење на одминираниот руда и се вршат врз физички модели на кои што се обезбедуваат пред се физички сличности со испитуваните големини, а потоа и во мала мера влијанието на кинетичката и динамичката сличност.

Моделирањето е можно и оправдано да се примени, ако помеѓу појавата или процесот во природата и таа појава или процес во лабораторијата, може да се оствари одредена сличност преку конкретен модел. Моделите се изработуваат во соодветни размери, каде во исти физички размери се подготвува руда и јаловина со кои што се изведува моделскиот опит.

Со цел за рационална работа при испитувањето на моделите, некои од наведените основни параметри се усвојуваат како познати големини, со што се намалува бројот на испитувани параметри и бројот на минимално потребни опити за добивање на бараните резултати.

Појавата на загубите или искористувањето на рудата предизвикува значајни економски последици, кои можат да се изразат со натурални и вредносни показатели. Притоа мора да се има предвид дека загубите на руда не можат во целост да се избегнат во пракса, па поради тоа како главна задача се поставува прашањето како да се минимализираат, односно како да се постигне што поголемо искористување на рудата, имајќи го во предвид фактот дека рудното богатство е необновлив природен ресурс.

## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гоцевски В., Мијалковски С. (2009): *Избор на оптимални вредности за искористување и осиромашување на рудата при подетажниот метод со зарушување на кровината во ревер "Свиња река" во рудникот САСА*, Македонско рударство и геологија, година IX, број 15, стр. 20-25;
- [2] Ивановски С. (1986): *Придонес во одредувањето на параметрите за методата подетажно зарушување, со експериментални испитувања на модели од техничко економски аспект, за рудни тела со благ пад и поголема моќност, со посебен осврт на оловно цинковото лежиште "Свиња река"*, Докторска дисертација (непубликувана), Рударско-геолошки факултет, Штип;
- [3] Јакшић М., Недељковић Б. (2008): *Узроци губитака рудних резерви у металичним рудницима, Подземни радови*, Година XVI, Број 16, стр. 75– 81;
- [4] Мијалковски С. (2013): *Најважни показатели кои имаат влијание врз искористувањето (загубите) и осиромашувањето на рудата кај методата со подетажно зарушување*, Македонско рударство и геологија, година XIV, број 23, стр. 30-33;
- [5] Mijalkovski S. (2015): *Optimizing of the recovery of ore reserves for underground mining of metal ore deposits*, Doctoral dissertation (unpublished), Faculty of natural and technical sciences, Stip;
- [6] Mijalkovski S., Despodov Z., Mirakovski D., Adjiski V., Doneva N. (2017): *Methodology for optimization of coefficient for ore recovery in sublevel caving mining method*, Undergorund mining engineering, University of Belgrade – Faculty of Mining and Geology, Year 23, Number 30, pp. 19-27, Belgrade;
- [7] Мијалковски С., Десподов З., Мираковски Д., Аџиски В., Донева Н. (2018): *Одредување на показателите за искористување и осиромашување на рудата со лабораториски истражувања*, Природни ресурси и технологии, Година 12, Број 12, стр. 15-24, Штип;

- [8] Мијалковски С., Десподов З., Мираковски Д., Аџиски В., Донева Н., Гоцевски В. (2018): *Одредување на најважните параметри кои имаат влијание врз искористувањето и осиромашувањето на рудата кај подетажната откопна метода со зарушување на рудата во рудникот САСА, ПОДЕКС-ПОВЕКС 2018*, Струга;
- [9] Mijalkovski S., Despodov Z., Mirakovski D., Hadži-Nikolova M., Mitić S. (2015): *Determination and monitoring of ore recovery and dilution coefficients in SASA lead and zinc mine - M. Kamenica, R. Macedonia*, University of Belgrade – Faculty of Mining and Geology, Underground mining engineering, Year 23, Number 26, pp. 1-9, Belgrade;
- [10] Milicevic Z. (2008): *Metode podetažnog i blokovskog zarušavanja*, Tehnički fakultet u Boru, Bor;
- [11] Milicevic Z., Milic V. (2013): *Tehnologija podzemne eksploatacije ležišta mineralnih sirovina*, Tehnički fakultet u Boru, Bor.